

## **Inventário dos recursos hídricos subterrâneos na bacia hidrográfica da Ribeira de Sá, Sardoura, Castelo de Paiva: metodologia e potencialidades**

Rui Manuel Martins Gomes <sup>(a)</sup>, José Teixeira <sup>(b)</sup>, António Alberto Gomes <sup>(c)</sup>

<sup>(a)</sup> Mestrado em SIG e Ordenamento do Território, Faculdade de Letras, Universidade do Porto, rui.flupgeo@gmail.com

<sup>(b)</sup> Faculdade de Letras da Universidade do Porto e Centro GeoBioTec | UA / LabCarga | ISEP, jose.aa.teixeira@gmail.com

<sup>(c)</sup> Faculdade de Letras da Universidade do Porto (CEGOT), albgomes@gmail.com

### **Resumo**

O projeto de investigação que se apresenta faz uma abordagem multidisciplinar ao tema da água subterrânea, centrado nas nascentes, enquanto recurso natural. A área de estudo diz respeito à bacia hidrográfica da Ribeira de Sá, em Castelo de Paiva, mediante pesquisa bibliográfica/cartográfica, trabalho de campo apoiado na aplicação de uma ficha-inventário, e, consequente, análise dos resultados obtidos. A abordagem metodológica assenta num projeto SIG, através da conceção de uma base de dados espacial, onde constam a localização das nascentes e informações relevantes associadas a cada uma delas. O estudo de caso tem como objetivo principal servir de instrumento para a gestão destas nascentes a vários níveis: consumo humano, utilização agrícola, proteção florestal, recurso turístico, monitorização das nascentes por entidades públicas e /ou privadas, contribuindo assim, para um melhor ordenamento do território, preservação e proteção deste importante recurso.

**Palavras-chave:** Águas subterrâneas; Nascentes; Inventário; Base de dados espacial; SIG

### **1. Introdução geral**

A água assume-se como um recurso fundamental para a sobrevivência da humanidade. Atualmente, uma das grandes preocupações prende-se com a qualidade dos recursos hídricos. A proteção deste recurso, sobretudo nas últimas décadas, tem-se revelado um desafio na manutenção da sustentabilidade das reservas de água potável (Guo & Wang, 2009). Segundo Fetter (2001), apenas uma pequena percentagem de toda a água existente na Terra está disponível para o ser humano como água doce. Mais de 98% da água disponível é água subterrânea. Neste sentido, surgem preocupações sobre a degradação dos aquíferos e a sustentabilidade dos recursos hídricos subterrâneos, sendo necessários investimentos na sua gestão (Foster & Chilton, 2003).

A Diretiva n.º 2000/60/CE estabelece orientações para que cada Estado-Membro proteja, melhore e reconstitua todas as massas de água subterrâneas, evitando ou limitando a descarga de poluentes, garantindo o equilíbrio entre as captações e as recargas dessas águas, com o objetivo de alcançar um bom estado das águas subterrâneas. No contexto português, o Decreto-lei 130/2012 aponta, no artigo 8.º, para a necessidade de promover a proteção e o planeamento das águas, através da elaboração e execução do plano nacional da água, dos planos de gestão de bacia hidrográfica e dos planos específicos de gestão de águas, e assegurar a sua revisão periódica.

O projeto de investigação que se apresenta compreende uma abordagem multidisciplinar ao tema da água subterrânea, centrado nas nascentes, cujo papel é vital na sobrevivência das populações e nas atividades económicas e, consequentemente, no desenvolvimento da sociedade. Através dele, pretende-se obter e interpretar

padrões na distribuição do recurso hídrico subterrâneo no concelho de Castelo de Paiva, com enfoque na bacia da Ribeira de Sá, Sardoura.

## **2. Metodologia**

A metodologia aplicada consistiu, numa primeira fase, na pesquisa e recolha de dados bibliográficos e documentais relativos ao tema das águas subterrâneas bem como na análise de cartografia militar das décadas de 40, 70 e 90 referente a informação iconográfica de indicadores de recursos hídricos subterrâneos existentes no concelho de Castelo de Paiva, designadamente, chafarizes ou fontes, poços, tanques, poços com engenho e nascentes (figura 1). Esta informação foi vetorizada e, paralelamente, realizou-se o pré-processamento de diversa informação *raster* e *vetorial* do concelho de Castelo de Paiva, o qual serviu de apoio à análise da área de estudo.

Seguidamente, criou-se uma ficha inventário para registo das nascentes com informações sobre localização, condições de acesso, condições hidrogeológicas e hidroclimatológicas, traços geomorfológicos e condições da utilização. Neste documento sintetizaram-se informações referentes às características da água, nomeadamente, cor, cheiro e medição de caudal (L/s). Mediram-se, ainda, parâmetros hidrogeológicos como a condutividade eléctrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), a temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ ) e o pH. Relativamente à componente climatológica, existe também referência à temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) e à humidade relativa (%). Adicionámos, ainda, informações geológicas regionais relativas ao contexto litológico em que cada nascente está inserida.

Em contexto de trabalho de campo, percorremos o território da área de estudo, contactando com habitantes e agricultores, o que permitiu a identificação de diversas nascentes que não constavam na documentação analisada em gabinete, o preenchimento das fichas de inventário, a recolha de um conjunto de dados relativos à temática em estudo e a confirmação da informação documental recolhida.

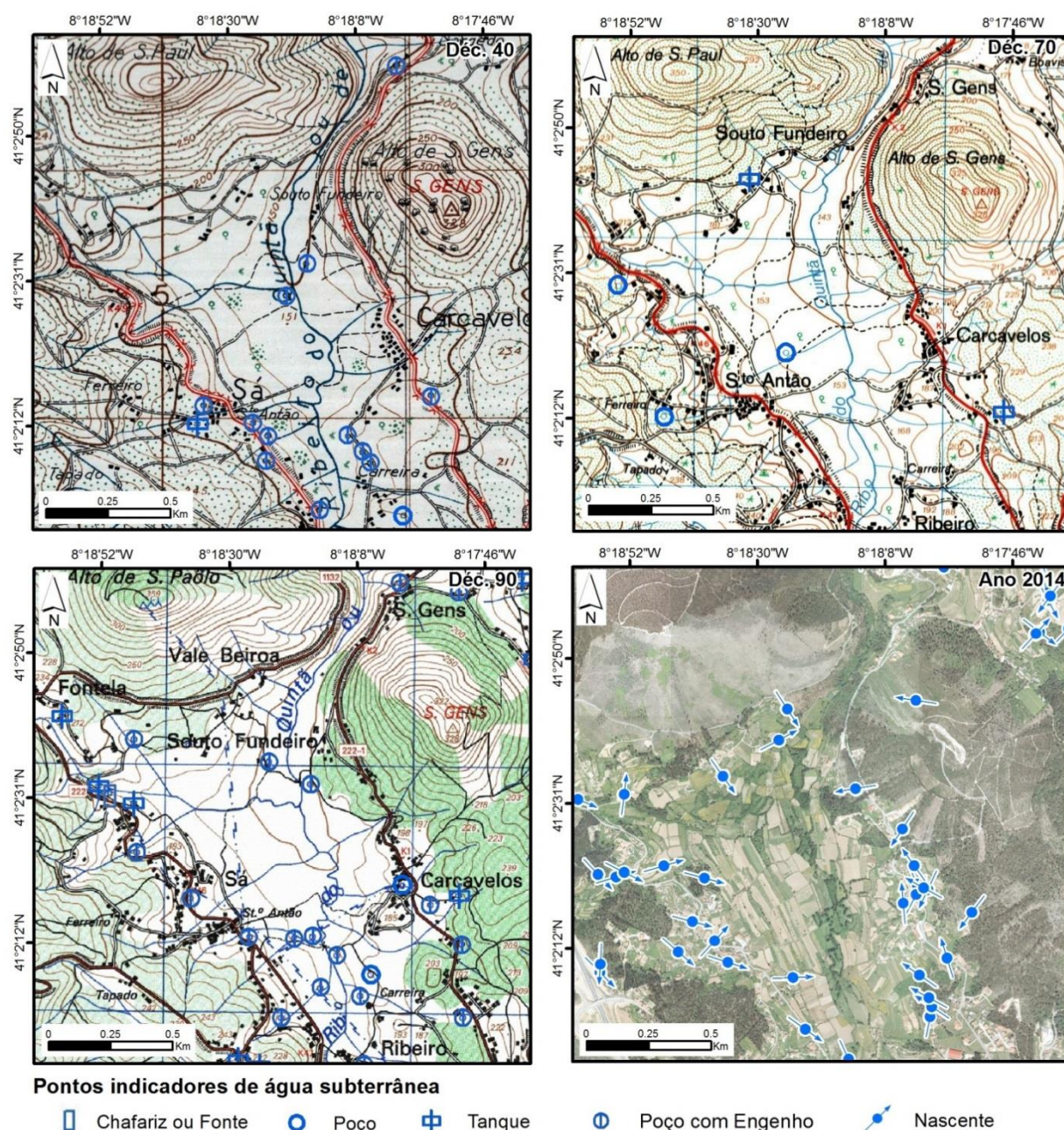


Figura 1 – Vetorização de indicadores de recursos hídricos subterrâneos assinalados na cartografia militar das décadas de 40, 70 e 90, e inventário de 2014. Área-amostra: Vale do ribeiro de Sá.

Numa segunda fase foi criada uma base de dados espacial (geodatabase), na qual se inseriram os dados recolhidos no trabalho de campo, obtendo-se a representação espacial das nascentes e informações relevantes associadas a cada uma delas. A aquisição, armazenamento e manutenção dos dados segue critérios de qualidade que garantem o rigor e consistência da base de dados ao longo do tempo (Gaspar et al., 2004). A concretização desta BDE executou-se no *software Arcgis – ArcCatalog 10.2* da ESRI®, com estrutura *vetorial* e *raster*, o qual

consiste numa ferramenta de gestão da informação que permite armazenar informação espacial e atributos no mesmo SGBD - Sistema de Gestão de Base de Dados, reunindo-se todos os dados espaciais da investigação.

Por último, foram analisados os dados recolhidos e realizado um conjunto de cartografia SIG, o que nos possibilitou uma leitura mais objetiva do objeto de estudo. Segundo Afonso et al. (2010) a abordagem multidisciplinar baseada na recolha e interpretação de dados topográficos, geológicos, geomorfológicos e hidrogeológicos e consequente tratamento da informação em SIG oferece um bom potencial do estudo.

### **3. Análise dos resultados**

Iniciamos a apresentação dos resultados com a quantificação das nascentes inventariadas (figura 2), num total de 206. De referir que, em contexto de trabalho de campo, identificou-se um número significativo de nascentes, 181 (87,9%), que não estavam referenciadas nos documentos previamente analisados. Apenas 25 (12,1%) das nascentes foram identificadas em fontes documentais/cartográficas.

Verificámos que a água proveniente das nascentes é, na maioria dos casos, 130 (63.1%) utilizada para o desenvolvimento de atividades agrícolas, como a rega, prática ainda muito enraizada nesta área rural. Segue-se a utilização de 16 nascentes (7.8%) para abastecimento de fontanários e tanques/lavadouros públicos e 13 (6.3%) são conduzidas para habitações, para consumo humano. Com o abastecimento público das habitações, denota-se, pelo número de nascentes com utilização para consumo humano, que o recurso natural deixou de ser a principal fonte de abastecimento da população. Tendo em conta que existe um elevado número de nascentes sem qualquer uso, e dada a importância global da água como um recurso natural fundamental para a sobrevivência da humanidade, consideramos que estas nascentes têm um enorme potencial enquanto pontos de emergência de água subterrânea, o qual poderia ser melhor aproveitado e valorizado.

Relativamente ao tipo de substrato rochoso (figura 2), a distribuição espacial das nascentes demonstra variações significativas. De uma forma geral, constata-se que as nascentes se localizam nas vertentes graníticas e xistentas da ribeira de Sá e do rio Sardoura, na sua maioria, próximas das linhas de água que drenam para o Rio Douro. Verifica-se uma predominância de nascentes, 93 (45,1%), nos xistos e grauvaques, e 87 (42,2%), no granito porfiroide de grão grosseiro a médio, em comparação às restantes litologias. Estes valores são proporcionais à área ocupada por cada litologia, 46,5% nos xistos e grauvaques e 31,5% no granito porfiroide de grão grosseiro a médio. As restantes 26 nascentes, 12,7%, estão distribuídas por conglomerados, quartzitos e xistos intercalados, xistos mosqueados e corneanas pelíticas, em conformidade com a menor área ocupada.



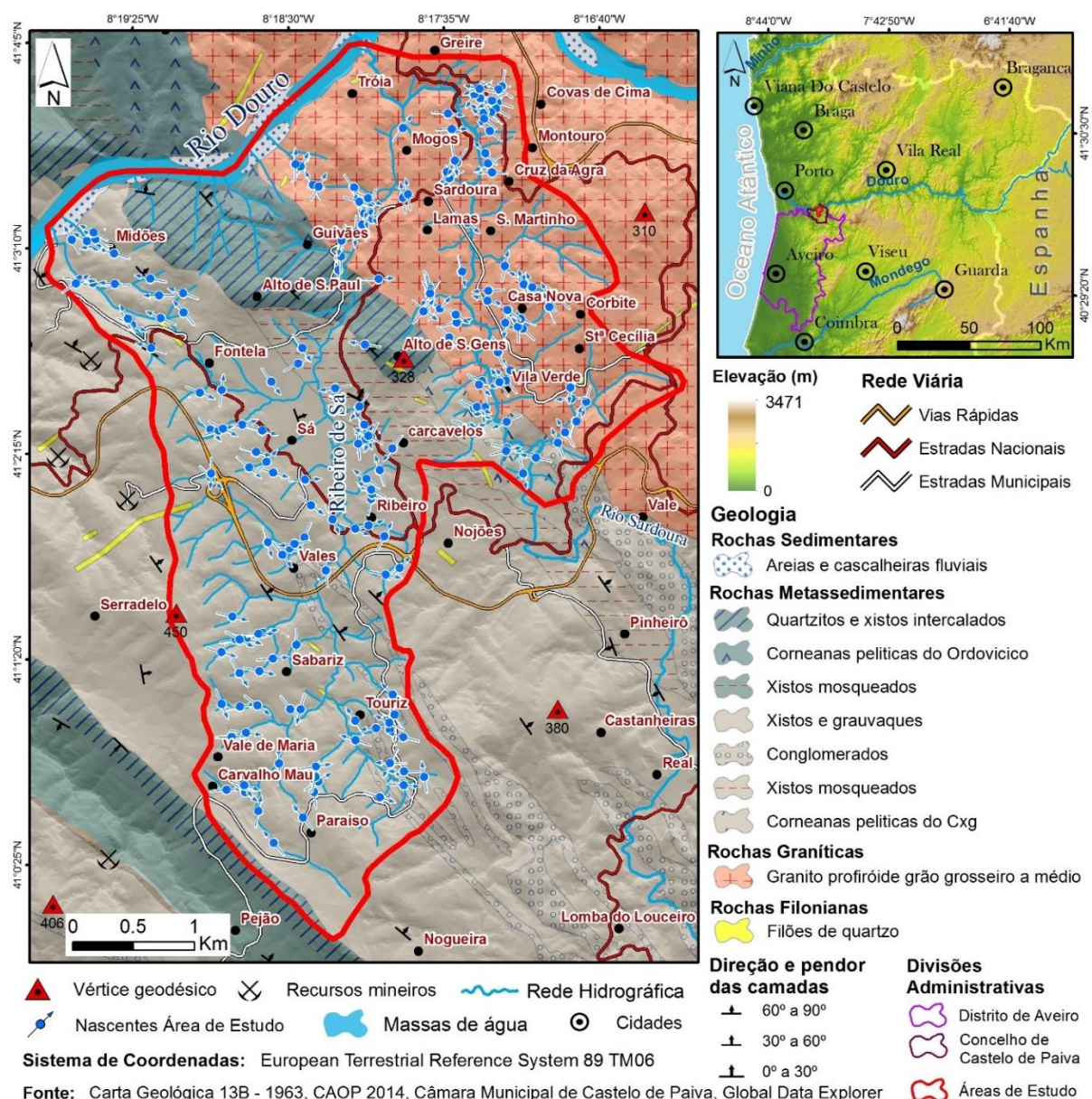


Figura 2 – Área de estudo, Bacia da ribeira de Sá, Sardoura, concelho de Castelo de Paiva

## 4. Conclusões

A integração da informação nos Sistemas de Informação Geográfica possibilitou a elaboração de todos os elementos cartográficos presentes na investigação, revelando-se uma ferramenta bastante útil para apoiar a abordagem multidisciplinar, no âmbito do armazenamento da informação recolhida e apoio ao conhecimento científico e técnico.

A criação de uma ficha de inventário foi vital para a organização dos dados provenientes do trabalho de campo. Estes dados foram integrados num SIG, através de uma Base de Dados Espacial, o que permitiu o seu armazenamento, uma melhor visualização da localização e distribuição das nascentes na área de estudo, a análise e compreensão da distribuição do recurso bem como um acesso facilitado às informações associadas. Através do

uso das ferramentas de SIG, foram criados instrumentos de trabalho úteis à tomada de decisão em relação ao planeamento e gestão dos recursos hídricos subterrâneos do município em diversas vertentes, nomeadamente, consumo humano, utilização agrícola, proteção florestal e monitorização das nascentes por entidades públicas e /ou privadas. De salientar, neste campo, as potencialidades das nascentes enquanto recurso turístico, como é exemplo o percurso “Trilho das Nascentes BTT”, o qual valoriza a riqueza geológica e a peculiar “arquitetura das minas de água”. O referido percurso será, futuramente, inserido no projeto “Trilhos Verdes BTT”, já em curso no município (<http://www2.cm-castelo-paiva.pt/pt/trilhos-verdes>).

## 5. Bibliografia

Afonso, M. J., Chaminé, H.I., Marques J.M., Carreira P.M., Guimarães L., Guilhermino L., Gomes A., Fonseca P.E., Pires A. & Rocha F. (2010). Environmental issues in urban groundwater systems: a multidisciplinary study of the Paranhos and Salgueiros spring waters, Porto (NW Portugal). *Environmental Earth Science*, 61:379-392.

CE (2000). Diretiva 2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho Europeu de 23 de Outubro de 2000. Estabelece o Enquadramento para as Acções Comunitárias no Domínio da Política da Água. *Jornal Oficial 22 de Dezembro de 2000 L 327/I*. Bruxelas: Comissão Europeia.

DR (Diário da Republica), (2012). Decreto-Lei n.º 130/2012 – O Presente decreto-lei visa fundamentalmente, proceder à adaptação da Lei n.º 58/2005, de 29 de dezembro, alterada pelo Decreto -Lei n.º 245/2009, de 22 de setembro, à reestruturação do atual quadro institucional. Ministério da Agricultura, do Mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.

Fetter, C.W., (2001). *Applied Hidrogeology*. 4th Edition. Prentice Hall, New Jersey. 598 pp.

Foster, S. S. D., & Chilton, P. J. (2003). Groundwater: the processes and global significance of aquifer degradation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, 358(1440), 1957-1972. doi: 10.1098/rstb.2003.1380

Gaspar, J., Goulart, C., Queiroz, G., Silveira, D., & Gomes, A. (2004). Dynamic structure and data sets of a GIS database for geological risk analysis in the Azores volcanic islands. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 4, pp. 233-242.

Guo Q.; Wang Y., (2009). Trace Element Hydrochemistry Indicating Water Contamination in an Around the Yangbajing Geothermal Field, Tibet, China. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 83, 608-613.